

ALD로 증착시킨 HfO₂/SiON 게이트 유전물질의 특성
(Characterization of hafnium oxide/SiON stacked gate dielectrics by atomic layer deposition technique)

강문수, 김영배, 이태호*, 안진호*, 최덕균
 한양대학교 세라믹공학과, 한양대학교 재료공학과*

1. 서론

게이트 길이가 100nm이하인 경우에는 절연막의 두께도 1.5nm이하로 줄어들어 따라 소자의 문턱전압 변화, 게이트 절연막의 터널링에 의한 허용치 이상의 누설전류 발생 등 여러 가지의 물리적 한계에 직면하게 되었다. 즉 종래의 SiO₂를 사용하는 게이트 유전박막으로는 1.5nm 두께 이하에서 누설전류가 1 A/cm² 이상이 될 것으로 예상되므로, SiO₂를 대체할 높은 유전상수를 가진 물질 개발이 필연적이다. 이러한 대체 물질로는 Al₂O₃, Y₂O₃, Ta₂O₅, ZrO₂, HfO₂ 등 여러 가지 물질이 있지만 HfO₂는 약 30정도의 높은 유전상수, 5.86eV의 비교적 높은 bandgap energy, Si와 접촉 시 열역학적 안정성, poly-Si과의 호환성등의 이유로 가장 활발히 연구되고 있다. 본 연구에서는 우수한 단차 도포성을 가지며 원자단위의 두께제어가 가능한 ALD(atomic layer deposition)을 이용하여 계면특성을 향상시키기 위해 SiON이 성장되어진 Si wafer 위에 HfO₂를 증착 후 특성을 고찰하였다.

2. 실험방법

본 실험에서는 1.5nm의 두께를 가지는 SiON 층을 RCA 세척 후 825°C N₂O 분위기 하에서 12초간 8-inch (100) p-type Si wafer 위에 성장 시켰다. HfO₂는 SiON이 성장 되어진 기판위에 에버테크의 Plus200™을 사용하여 증착 하였으며 Hf source인 HfCl₄와 oxygen source인 H₂O를 각각 2초간 주입하였다. 또한 purge는 N₂ gas를 사용하여 2초간 시행하였다. 이와 같이 증착된 박막을 XPS, XRD, TEM, AFM를 이용하여 물리, 화학적 특성을 분석하였다. 또한 전기적 특성의 상관관계를 알아보기 위하여 HP4155를 이용하여 누설전류의 특성, Keithley를 이용하여 정전용량을 측정하였다.

3. 실험결과

본 실험결과 HfO₂/SiON/Si capacitor가 HfO₂/Si capacitor에 비해 좋은 유전특성을 가졌으며 누설전류 또한 낮은 값을 보였다. 또한 N₂ 분위기 850°C에서 30초간 열처리에서 계면층의 변화가 거의 관측되지 않았다. 즉 고온의 열처리에서도 계면이 안정함을 알 수 있었다. AFM을 통하여 열처리를 시행 후 표면거칠기 분석결과 SiON층을 가진 시편이 단일 HfO₂ 막을 가지는 경우보다 열처리 시 고온에서도 비정질의 안정한 계면을 가지는 HfO₂/SiON/Si의 경우가 낮은 값을 나타내었다.